第 3 章　製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動(実証・パイロット調査)

3-1 製品･技術の紹介や試用､または各種試験を含む現地適合性検証活動(実証･パイロット調査)の概要

3-1-1 関連機関への本技術の紹介

(1) 環境エネルギー省(Ministry of Environment and Energy)

今回の調査を実施するにあたり、本調査が次年度の「民間提案型普及・実証事業」を目指した調査であること(予算の制約により PV 導入規模 30～50kW 程度を想定)を説明し、打合せ時の Ministry of Environment and Energy(MEE)から、本プロジェクトを実施する際、モルディブにおける今後の太陽光設置に関する基本方針を踏まえたうえで進めてほしいとの要望があった。具体的には既設設備を健全に運用できるような形での PV システム導入、系統負荷に対して 30%の割合での導入、ルーフトップへの導入の要望があった。PV を設置する施設としては政府関連施設(モスク､学校等)が望ましいとのことであり､構造の確認等は政府が支援するとのコメントがあった。なお、Eydhafushi 島は 500kW のピーク負荷に対して 50kW の PV システムでは小さいとの指摘があった。更に Eydhafushi 島では 50kW より大きな規模の PV システムを導入する計画があるので、150~200kW の系統規模の島を導入対象離島とし、2 離島(Dharavandhoo 島、Thulhaadhoo 島)への本システム導入を推奨したいとのコメントがあった。

図 3-1-1.1 打合せの様子

図 3-1-1.2 MEE 事務所

(2) モルディブエネルギー庁(Maldives Energy Authority)

次年度の「民間提案型普及・実証事業」の予定スケジュールを説明し、プロジェクト実施時の各手続きについて情報を得た。本調査の結果については情報共有してほしいとの依頼があり､SREP の中で小規模な離島でのプロジェクトがないため、本プロジェクトは良い例となるとのコメントがあった。また、教育等も含まれているのであれば別の小規模離島への水平展開ができるとのことであった。

Maldives Energy Authority(MEA)としては、今回の調査対象離島の中では空港もあり、工事が行いやすいとの観点から Dharavandhoo 島を推奨したいとのことであった。

図 3-1-1.3 打合せの様子

図 3-1-1.4 MEA 事務所(MEE 事務所と同様)

(3) FENAKA Corporation Limited

今回の調査及び次年度の事業に協力して頂けることで了承を得た。本調査においては現地で FENAKA Corporation Limited (FENAKA)の技術員が同行すること、現地での電力計測器の設置が問題ないことを確認した。調査後には PV を導入した際のコスト(kWh 当たりのコスト)を報告してほしいとの依頼があった。最後に FENAKA 社の概要について説明があった。

図 3-1-1.5 打合せの様子

図 3-1-1.6 FENAKA 社事務所

(4) Plankton Investment Pvt Ltd

現地パートナーとして本調査においてハイブリッドシステム導入有望地点に関する現地調査に加え、導入に伴う機材の調達等の調査に協力頂くこととなった。次年度に案件化を目指す「民間提案型普及・実証事業」では既設の発電所の DG 関連の改造に係る施工について実施可能であるとの回答を得た。既存の発電設備に関する知見を有しており、FENAKA 社管轄の発電所の状況も熟知していること、更には PV 関連に係る施工及び PV 関連の手続き(系統連系関連)、機材輸送手続きも含めて実施可能であるということから現地パートナーとしてプロジェクト実施において必要不可欠である。

なお、Plankton Investment Pvt Ltd(Plankton)は離島の発電所の施工実績が豊富である。

図 3-1-1.7 打合せの様子

図 3-1-1.8 Plankton 社の工場視察

3-1-2 現地調査(対象離島調査)の概要

PV・DG ハイブリッドシステム導入候補地調査として、Baa 環礁の Dharavandhoo 島、Eydhafushi 島、Thulhaadhoo 島の調査を実施した。現地調査(対象離島調査)においては、既存電力設備の状況及び運用状況に関する調査、電力系統に関する調査、PV 設置場所に関する調査、その他 PV・DG ハイブリッドシステム構築工事の際に必要な情報収集等を行った。

図 3-1-2.1 調査対象の Baa 環礁の位置図(Google Earth)

図 3-1-2.2 調査離島の位置図(Dharavandhoo 島、Eydhafushi 島、Thulhaadhoo 島)(Google Earth)

(1) 既存電力設備の状況確認

既存電力設備の状況確認として、発電所では既存の DG の状況(DG 台数、制御システム、機器配置等)の確認、島内の配電系統の調査等を実施した。DG の制御システムについては、複数台の DG が並列で運転するための同期盤の有無、電力系統の周波数を一定に保持する周波数制御の有無等を確認している。

(2) 発電所運用状況の調査

発電所の運用状況として、島内の電力需要データ収集及び DG の運用方法について確認を行った。電力需要データはペーパー或いは電子データの日報を収集可能な分を情報収集した。DG の運用方法は電力需要による DG の運転台数や時間帯による DG ユニットの切替のタイミング等について発電所の運転員にヒアリングを行った。

(3) 発電所制御室内のハイブリッドシステム制御盤等の設置場所の調査

発電所の制御室内において配線方法や保守を考慮し、ハイブリッドシステム制御盤の設置場所の調査を行った。なるべく、現在の発電機制御盤の近辺となるように設置場所を検討した。

(4) 「非公開部分につき非表示」

(5) 電力品質の測定

電力品質を確認するために系統周波数及び電圧の常時計測を実施した。計測地点は滞在したホテルでコンセントの電圧を計測し、フィーダ末端部分においてデータ計測を実施した。

(6) PV システム設置場所の調査

各離島に置いて PV システム設置場所の調査を実施した。PV 設置場所の調査では MEE からの要望通り、政府関連施設(モスク、学校等)の屋根への PV 設置を念頭に置き、調査を実施した。調査対象離島が北半球に位置しているため、南方向或いは南東方向、南西方向の屋根部への PV 設置を検討した。また、屋根部の面積を直接測定することは困難であるため、地上から屋根部の水平面積を測定した。

(7) PV サイトにおける PCS 及び監視制御盤等の設置場所の調査

PV サイト内にて PCS 及び監視制御盤等の設置場所を調査した。PCS は建屋の壁に取付けることとし、調査を行った。なお、PCS 及び監視制御盤等は人が簡単に触れることのないようにフェンス等の対策を講じる必要がある。

(8) 発電所から PV システム間の地中線ルートの調査

PV・DG ハイブリッドシステムでは、発電所側の監視制御盤から PV サイト側の監視制御盤までの間で通信ケーブルを監視制御信号のための通信線路を設ける必要がある。また、配電線への PV 連系に対して電圧変動による需要家側への影響及び PV 発電の不具合が懸念される場合、専用線路にて発電所の母線に連系接続することを検討する。このため、専用線路及び通信線路のルート調査を実施した。専用線路及び通信線路のルートは「モ」国の基準を適用して地中線となるため、地中線となることを考慮してルート調査を実施した。

(9) PV・DG ハイブリッドシステム構築工事に必要な情報収集（セキュリティー、交通、宿泊施設、インフラ等）

PV・DG ハイブリッドシステム構築工事を行う際に数ヶ月は現地に滞在することになるため、対象離島への交通手段や宿泊施設の情報、現地のセキュリティー、インフラ等について情報収集を行った。現地での緊急時の対応(病院、診療所等の有無)や通信環境、現地での資材置き場の有無等についても確認を行った。

3-2 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の結果

3-2-1 現地調査(対象離島調査)の結果

PV・DG ハイブリッドシステム導入候補地調査として、Dharavandhoo 島、Eydhafushi 島、Thulhaadhoo 島の調査を実施した。発電所では既存のディーゼル発電機の運用状況(制御システム、機器配置等)、運転記録、配電系統等の各種情報収集を行った。また、電力計測器を設置し、電力系統解析に使用するデータ取りを実施した。PV 導入地点調査では MEE からの要望通り、政府関連施設(モスク、学校等)の屋根に PV を設置することとし、調査を実施した。

表 3-2-1.1 3 離島比較表(Dharavandhoo 島, Eydhafushi 島, Thulhaadhoo 島)

項目	Dharavandhoo島	Eydhafushi島	Thulhaadhoo島	備考
人口(人)	1,050	3,142	2,742	MEEからの収受データ
電気事業者	FENAKA	FENAKA	FENAKA	
面積(km^2)	0.455	0.31	0.25	MEEからの収受データ
総発電設備容量(kW)	353	750	450	MEEからの収受データ
発電機容量(kW)	#1 100	#1 200	#2 250	
	#2 125	#2 250	#3 200(ﾒﾝﾃﾅﾝｽ中)	
	#3 128	#3 300	#4 200	
最大系統負荷(kW)	160	532	195	
最小系統負荷(kW)	70	250	130	
月平均発電電力量(kWh)	57,389	211,820	106,358	MEEからの収受データ
年間発電電力量(kWh)	688,668	2,541,840	1,276,294	MEEからの収受データ
年間燃料消費量(L)	282,000	864,000	337,500	MEEからの収受データ
年間潤滑油消費量(L)	2,160	3,480	1,632	MEEからの収受データ
発電コスト(Rf/kWh)	6.85	5.58	6.81	FENAKAからの収受データ
並列運転可否	不可能	可能(ﾛｰﾄﾞｼｪｱﾘﾝｸﾞ)	可能(ﾛｰﾄﾞｼｪｱﾘﾝｸﾞ)	
電力品質	△	○	○	
既存設備の健全性	△	○	○	
PV導入有望地点	学校	学校	学校	
PV導入容量(kW)	50	50	50	
最大系統負荷に対するPV容量比(%)	31.3%	9.4%	25.6%	

※PV 導入容量については想定している最大容量を記載

(1) Dharavandhoo 島調査

同島は人口 1,050 人、面積 0.455km^2 の離島である。同島では発電所の調査を行い、電力計測器にて電力データの計測を実施した。PV 導入地点としては、学校、診療所、政府オフィス、モスク、エアポートの屋根を調査した。

PV 導入地点としては発電所までの距離や推測される PV 設置可能容量から学校が最も有望であり、次にエアポートが有望地点として挙げられる。

以下に同島での調査地点を示す。エアポートの地点は海上に位置しているが、埋め立てによって現在はエアポートの建屋が記された地点に建設されている。また、同島での PV・DG ハイブリッドシステム構築工事に必要な情報の収集結果を表 3-2-1.2 に示す。

図 3-2-1.1 Dharavandhoo 島調査地点(Google Earth)

表 3-2-1.2 Dharavandhoo 島での情報収集結果

No.	項目	調査結果	備考
1	マレからの移動交通手段	定期:高速船(土曜日),飛行機(毎日)	
2	レンタカー等の有無	レンタカー無し。ピックアップ(2tトラック)有り。ユニック車無し。	
3	宿泊施設の有無	有り。	長期滞在では民宿の借上げが安価。
4	食糧・飲料水等の確保	問題無し。	調理スタッフを雇うことが可
5	現地のセキュリティー	安全。問題無し。	
6	病院・診療所等の有無	診療所有り。	重症等の際はEydhafushi島或いはマレ島で処置する必要がある。
7	現地での資金調達	Eydhafushi島の銀行で調達可能。	
8	通信環境	電話もインターネットも可能。	インターネットはUSBタイプが安価。
9	現場事務所の準備可否	準備可能。	
10	現地での資材置き場の有無	無し。但し、仮設で準備可能。	
11	警備会社等の有無	島民を雇うことが可能。	
12	現地での資材運搬・組立要員の手配可否	手配可能。	
13	資機材等の積み下ろし・積み上げする港の有無	有り。	
14	持参する発電機用の燃料調達可否	調達可能。	
15	資材(小材料)調達の可否	多少は調達可能。	基本的にはマレ島で調達。

1) 発電所調査

同島の発電所は FENAKA が運営を行っており、島内に電力供給を行っている。最大電力負荷は 160kW であり、3 機の DG を運用している。発電所には同期盤がないことから DG の並列運転(2 機以上の同期運転)が不可能であるため、負荷が高い時間帯には電力系統を 2 分割し、2 機でそれぞれの系統へ電力供給を行っている。夜間の負荷が低い時間帯には電力系統を 1 つに連系して 1 機で電力供給を行っている。並列運転ができないため運転ユニットの切替時には停電を伴うシステムとなっている。同島内のエアポートは独自の発電所を有しており、発電所から電力供給を行っていない。

PV 導入地点としては発電所に南西向きの屋根があるが、現状南西側に木があり、影の影響が懸念されることから、PV 導入は困難であると考えられる。

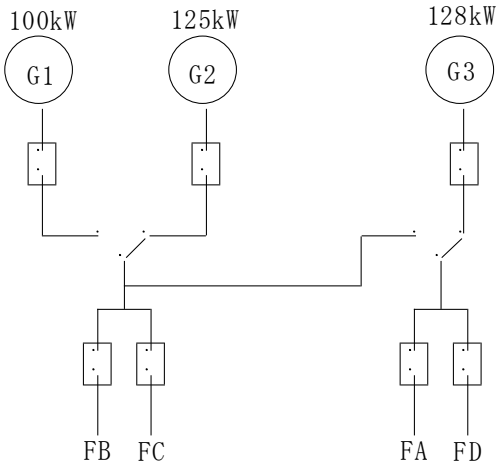


図 3-2-1.2 Dharavandhoo 発電所単線結線図

図 3-2-1.3 Dharavandhoo 発電所

図 3-2-1.4 ディーゼル発電機

図 3-2-1.5 発電機制御盤

図 3-2-1.6 電力計測の様子

2) 学校調査

図 3-2-1.7 学校建屋(1 階建)

図 3-2-1.8 学校建屋(2 階建)

3) 診療所調査

図 3-2-1.9 診療所

図 3-2-1.10 診療所建屋

4) 政府オフィス調査

図 3-2-1.11 政府オフィス

図 3-2-1.12 政府オフィス標識

5) モスク調査

図 3-2-1.13 モスク(正面)

図 3-2-1.14 モスク(南側)

6) エアポート調査

図 3-2-1.15 エアポート

図 3-2-1.16 エアポート従業員宿舎

(2) Eydhafushi 島調査

同島は人口 3,142 人、面積 0.31km^2 の離島であり、アトールキャピタルというバー環礁内のメインの島で島内にアトールオフィスがある。同島では発電所の調査を行い、電力計測器にて電力データの計測を実施した。PV 導入地点としては、発電所、学校、大学宿舎、病院、警察署、アトールオフィス、アトールチーフハウス、モスク、ユースセンターの屋根を調査した。

PV 導入地点としては発電所までの距離や推測される PV 設置可能容量から学校が最も有望であり、次に病院が有望地点として挙げられる。

以下に同島での調査地点を示す。また、同島での PV・DG ハイブリッドシステム構築工事に必要な情報の収集結果を表 3-2-1.3 に示す。

図 3-2-1.17 Eydhafushi 島調査地点(Google Earth)

表 3-2-1.3 Eydhafushi 島での情報収集結果

No.	項目	調査結果	備考
1	マレからの移動交通手段	定期:高速船(月曜日、木曜日、土曜日)	
2	レンタカー等の有無	レンタカー有り。トラックも有り。	
3	宿泊施設の有無	有り。	長期滞在ではアパートの借上げも可能。
4	食糧・飲料水等の確保	問題無し。	
5	現地のセキュリティー	安全。問題無し。	
6	病院・診療所等の有無	病院有り。	
7	現地での資金調達	銀行有り。(金曜日は休み)	Bank of Maldives。
8	通信環境	電話もインターネットも可能。	
9	現場事務所の準備可否	準備可能。	発電所敷地内の事務所(水処理設備内)を借上げ可能。
10	現地での資材置き場の有無	有り。	発電所の裏側。
11	警備会社等の有無	警備員を手配可能。	
12	現地での資材運搬・組立要員の手配可否	手配可能。	
13	資機材等の積み下ろし・積み上げする港の有無	有り。	
14	持参する発電機用の燃料調達可否	調達可能。	基本的にはマレ島で調達。
15	資材(小材料)調達の可否	調達可能。	

1) 発電所調査

同島の発電所は FENAKA が運営を行っており、島内に電力供給を行っている。最大電力負荷は 532kW であり、3 機の DG を運用している。発電所では負荷が高い時間帯には DG3 機、負荷が低い時間帯には DG2 機で電力供給を行う。

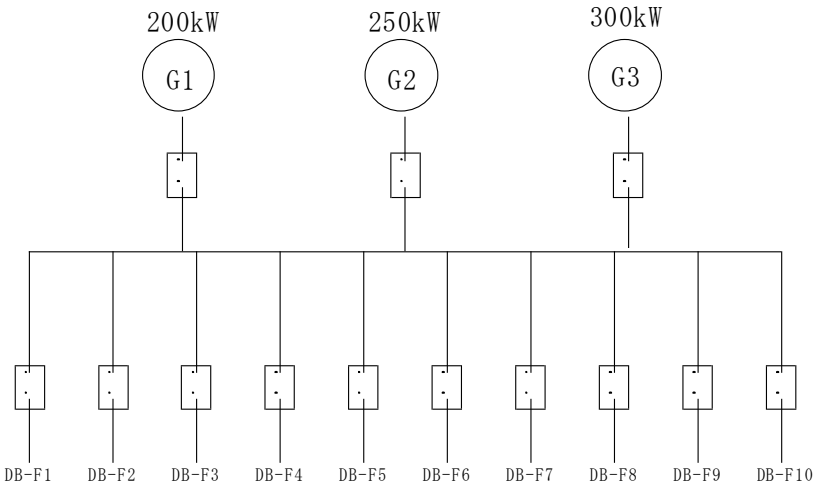


図 3-2-1.18 Eydhafushi 発電所単線結線図

図 3-2-1.19 Eydhafushi 発電所

図 3-2-1.20 ディーゼル発電機

図 3-2-1.21 発電機制御盤

図 3-2-1.22 試験時の様子

2) 学校調査

図 3-2-1.23 学校建屋

図 3-2-1.24 学校建屋

3) 大学宿舎調査

図 3-2-1.25 大学宿舎建屋

図 3-2-1.26 大学宿舎建屋

4) 病院調査

図 3-2-1.27 病院

図 3-2-1.28 病院建屋

5) 警察署調査

図 3-2-1.29 警察署

図 3-2-1.30 警察署

6) アトールオフィス調査

図 3-2-1.31 アトールオフィス正面

図 3-2-1.32 アトールオフィス

7) アトールチーフハウス調査

図 3-2-1.33 アトールチーフハウス(メイン)

図 3-2-1.34 アトールチーフハウス

8) モスク調査

図 3-2-1.35 モスク

図 3-2-1.36 モスク

9) ユースセンター調査

図 3-2-1.37 ユースセンター

図 3-2-1.38 ユースセンター

(3) Thulhaadhoo 島調査

同島は人口 2,742 人、面積 0.25km^2 の離島である。同島では発電所の調査を行い、電力計測器にて電力データの計測を実施した。PV 導入地点としては、発電所、学校、診療所、政府オフィス、モスクの屋根を調査した。

PV 導入地点としては発電所までの距離や推測される PV 設置可能容量から学校が最も有望であり、次に発電所が有望地点として挙げられる。

以下に同島での調査地点を示す。また、同島での PV・DG ハイブリッドシステム構築工事に必要な情報の収集結果を表 3-2-1.4 に示す。

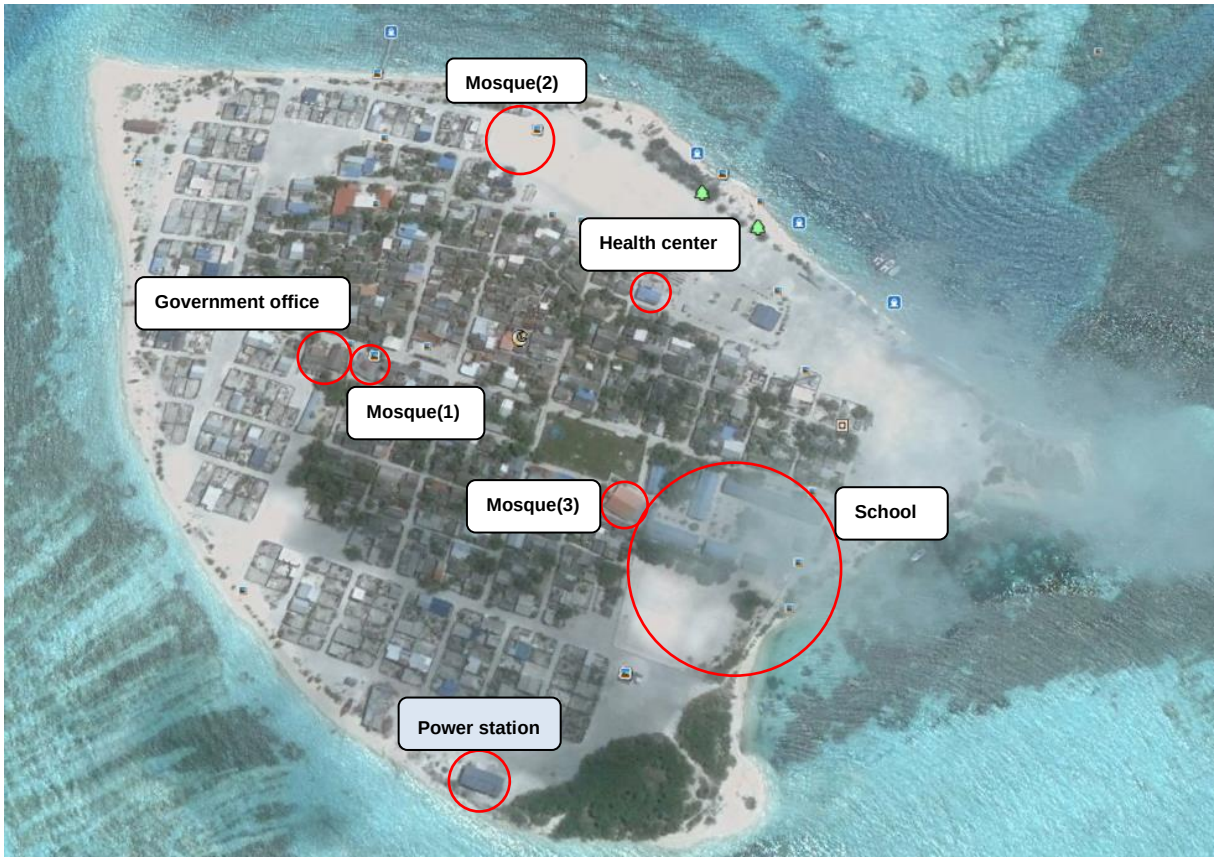


図 3-2-1.39 Thulhaadhoo 島調査地点(Google Earth)

表 3-2-1.4 Thulhaadhoo 島での情報収集結果

No.	項目	調査結果	備考
1	マレからの移動交通手段	定期:フェリー(毎日),高速船(月曜日、木曜日、土曜日)	
2	レンタカー等の有無	ピックアップ(2tトラック)有り。トラック無し。	
3	宿泊施設の有無	有り。	2ヶ所有り。アパート1ヶ所有り。長期滞在ではアパートがよい。
4	食糧・飲料水等の確保	問題無し。	
5	現地のセキュリティー	安全。問題無し。	
6	病院・診療所等の有無	診療所有り。	重症等の際はEydhafushi島或いはマレ島で処置する必要がある。
7	現地での資金調達	Eydhafushi島の銀行で調達可能。	
8	通信環境	電話もインターネットも可能。	
9	現場事務所の準備可否	準備可能。	発電所に準備可能。
10	現地での資材置き場の有無	無し。但し、仮設で発電所敷地内に準備可能。	
11	警備会社等の有無	島民を雇うことが可能。	
12	現地での資材運搬・組立要員の手配可否	手配可能。	
13	資機材等の積み下ろし・積み上げする港の有無	有り。	
14	持参する発電機用の燃料調達可否	調達可能。	基本的にはマレ島で調達。
15	資材(小材料)調達の可否	調達不可。	

1) 発電所調査

同島の発電所は FENAKA が運営を行っており、島内に電力供給を行っている。最大電力負荷は約 200kW であり、3 機の DG を運用している。現在、1 機(3 号機)は発電機巻線取替のためメンテナンス中となっている。発電所では負荷が高い時間帯、低い時間帯で DG 定格出力を考慮してユニット切替を行い、常に 1 機で電力供給している。並列運転が可能であるためユニット切替時に Dharavandhoo 島のような停電は発生しない。

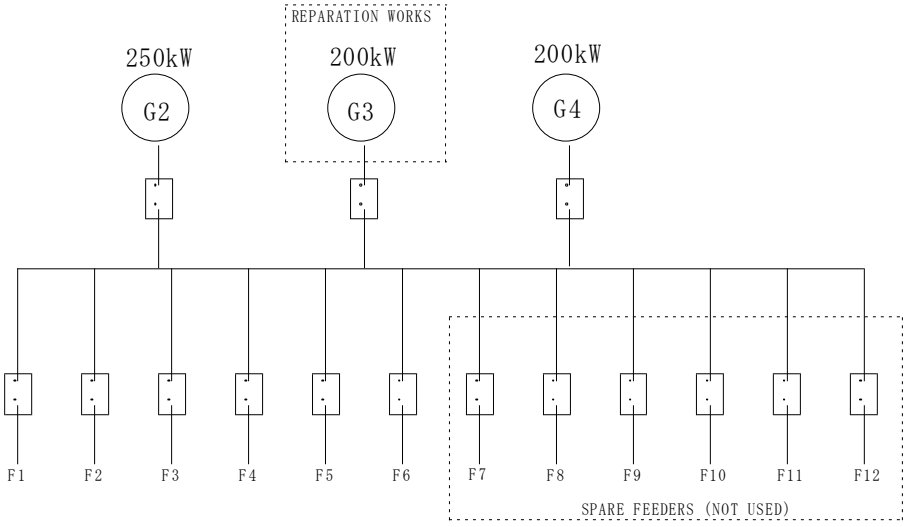


図 3-2-1.40 Thulhaadhoo 発電所単線結線図

図 3-2-1.41 Thulhaadhoo 発電所

図 3-2-1.42 ディーゼル発電機

図 3-2-1.43 発電機制御盤

図 3-2-1.44 電力計測の様子

2) 学校調査

図 3-2-1.45 学校建屋

図 3-2-1.46 学校建屋

3) 診療所調査

図 3-2-1.47 診療所

図 3-2-1.48 診療所建屋

4) 政府オフィス調査

図 3-2-1.49 政府オフィス

図 3-2-1.50 政府オフィス

5) モスク(1)調査

図 3-2-1.51 モスク(1)

図 3-2-1.52 モスク(1)

6) モスク(2)調査

図 3-2-1.53 モスク(2)

図 3-2-1.54 モスク(2)

7) モスク(3)調査

図 3-2-1.55 モスク(3)

図 3-2-1.56 モスク(3)

(4) 電力品質調査

1) 調査概要

3 離島(Dharavandhoo 島、Eydhafushi 島、Thulhaadhoo 島)における電力品質を確認する為、系統周波数及び電圧の常時計測を実施した。計測地点は各離島における滞在ホテルであり、コンセントの電圧を計測し、フィーダ末端部分における電力品質の傾向を分析した。計測の分解能は計測器の制約から 30 秒とした。

2) Dharavandhoo 島

① 計測地点

宿泊ホテルはフィーダ A から供給されている。島内マップ(宿泊ホテルの位置)およびフィーダの単線結線図を図 3-2-1.57、図 3-2-1.58 に示す。

図 3-2-1.57 Dharavandhoo 島内マップ

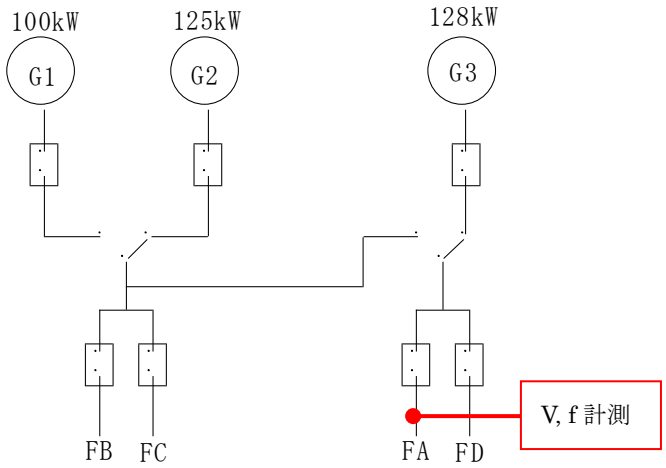


図 3-2-1.58 Dharavandhoo 島フィーダの単線結線図

② 計測結果

図 3-2-1.59 に 1 日の測定結果を示す。周波数は 50～53Hz、電圧は 190～230V の間で推移している。発電機がドループ制御で周波数調整機能を具備していないため、基準周波数(50Hz)から常に逸脱した状態であった。また、電圧においても安定性にかけるため室内の電灯はフリッカを繰り返していた。PV を接続すると更なる電圧不安定性を助長することになるため、Dharavandhoo 島への PV 導入は非常に難しいのではないかと考えられる。

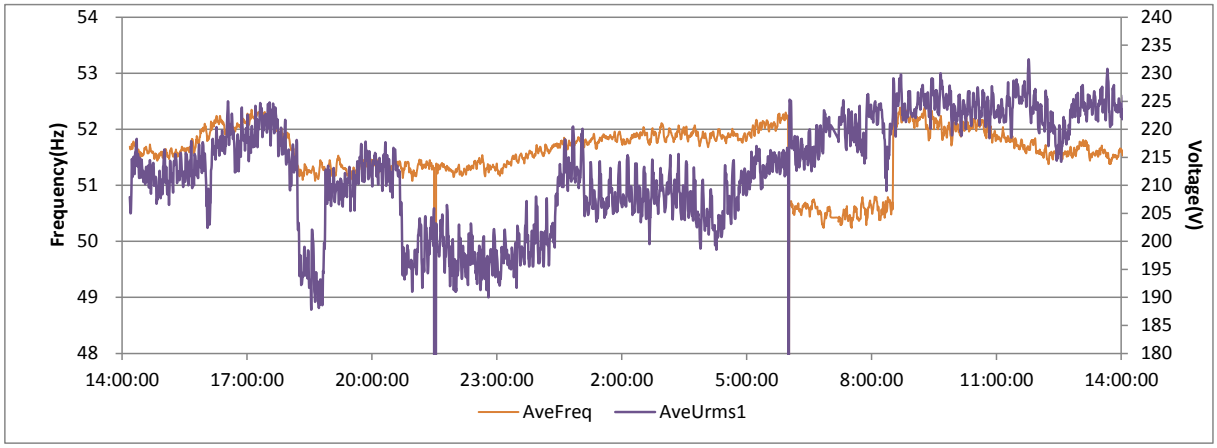


図 3-2-1.59 Dharavandhoo 島の周波数・電圧測定結果

3) Eydhafushi 島

① 計測地点

宿泊ホテルはフィーダ 3 から供給されている。島内マップ(宿泊ホテルの位置)およびフィーダの単線結線図を図 3-2-1.60、図 3-2-1.61 に示す。

図 3-2-1.60 Eydhafushi 島内マップ

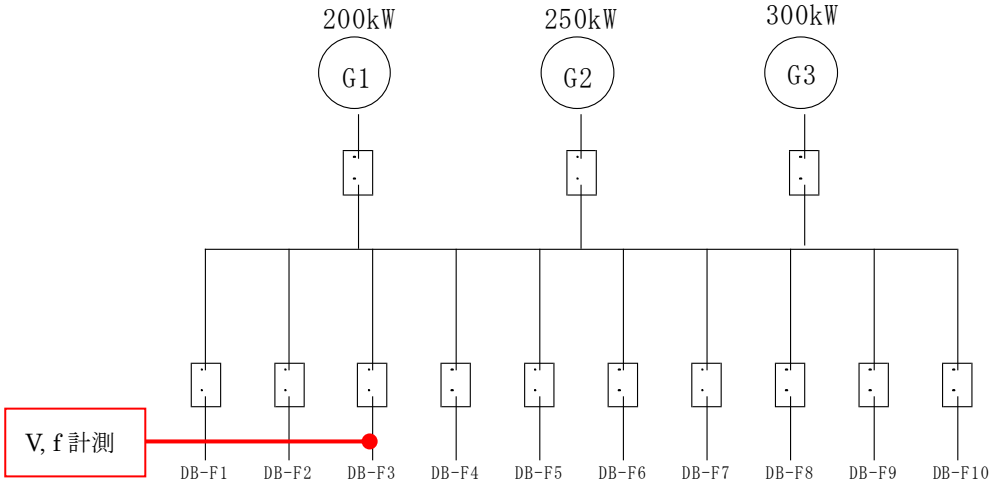


図 3-2-1.61 Eydhafushi 島フィーダ単線結線図

② 計測結果

図 3-2-1.62 に 1 日の測定結果を示す。周波数は 49.5～50.5Hz、電圧は 210～235V の間で推移している。日本の基準では電圧は 202±20V の範囲に収める必要がある。この基準を考慮すると Eydhafushi 島での電圧は比較的安定しているといえる。フリッカによる電灯のちらつきもほとんど見受けられなかった。また、周波数面においても発電機の切替時以外は変動がほとんどなく安定性が高いといえる。

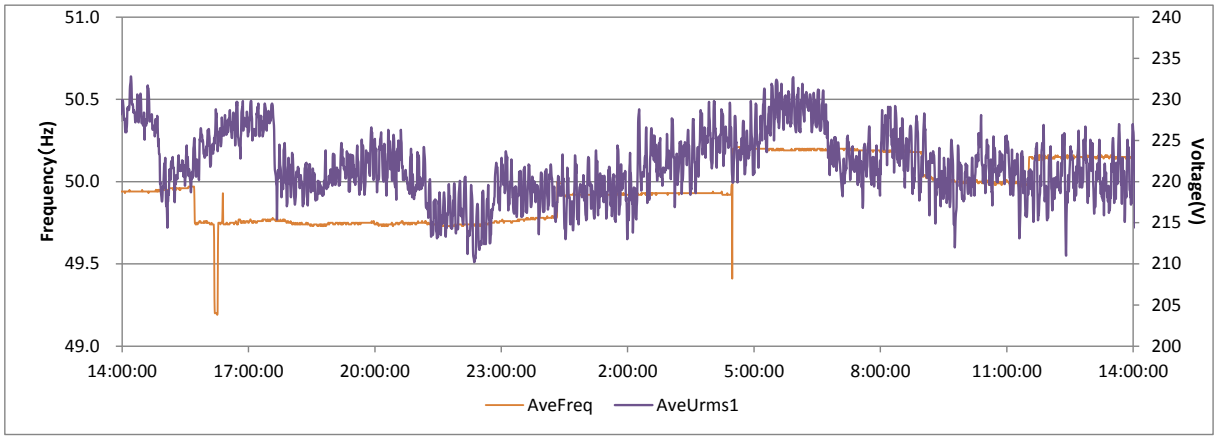


図 3-2-1.62 Eydhafushi 島の周波数・電圧測定結果

4) Thulhaadhoo 島

① 計測地点

宿泊ホテルはフィーダ 2 から供給されている。島内マップ(宿泊ホテルの位置)およびフィーダの単線結線図を図 3-2-1.63、図 3-2-1.64 に示す。

図 3-2-1.63 Thulhaadhoo 島内マップ

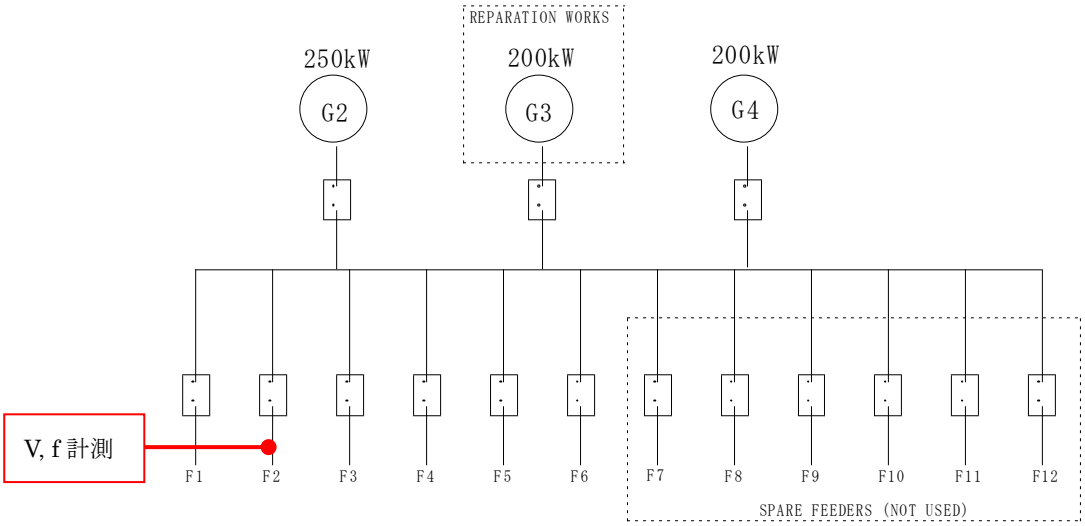


図 3-2-1.64 Thulhaadhoo 島フィーダ単線結線図

② 計測結果

図 3-2-1.65 に 1 日の測定結果を示す。周波数は 49.9～50.1Hz、電圧は 210～230V の間で推移している。調査した 3 離島のうち Thulhaadhoo 島が周波数および電圧面において最も安定しているといえる。発電機の制御系のガバナおよび AVR(電圧自動調整機能)がうまく機能しているものと考えられる。

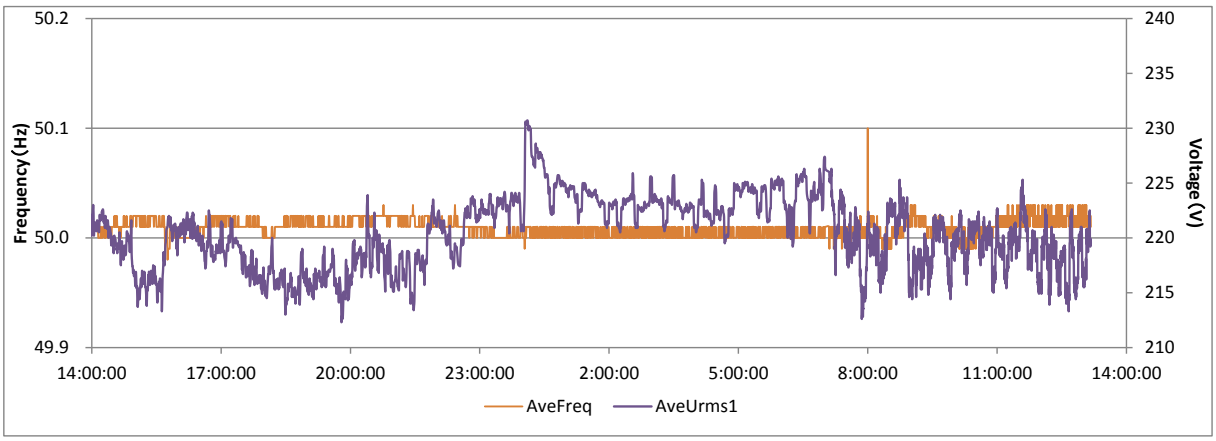


図 3-2-1.65 Thulhaadhoo 島の周波数・電圧測定結果

(5) 3離島(Dharavandhoo島、Eydhafushi島、Thulhaadhoo島)調査結果の纏め

Dharavandhoo 島、Eydhafushi 島、Thulhaadhoo 島の調査では、離島ごとに異なる発電所の状況を把握することができ、PV 導入地点として政府関連施設(モスク、学校等)の屋根を数カ所調査することが出来た。実際に政府関連施設(モスク、学校等)に PV を設置する際には、カウンターパート機関だけでなく、設置する施設側とも事前に十分な調整を実施する必要がある。

Dharavandhoo 島は発電所に同期盤がないことから運転ユニットの切替時に停電を伴うシステムとなっており、既存発電所の運用に課題がある。そのため、PV・DG ハイブリッドシステムの構築のためには、同期盤を付ける等の大幅な既存発電所の改造を行う必要がある。また、系統周波数及び電圧の安定性にかけることが確認できている。

Eydhafushi 発電所の電力系統は比較的安定しているが、Eydhafushi 島には 50kW の PV システムでは小さいことや大きな規模の PV システムを導入する計画があるということから、Eydhafushi 島に適したハイブリッドシステムの構築は次年度 ODA 案件(次年度目指している「民間提案型普及・実証事業」の予算の制約により PV 導入規模 30～50kW 程度を予定)の予算では不足と考えられ、困難であると想定される。

Thulhaadhoo島の電力系統は比較的安定しており、系統規模が150～200kWの離島であるため、次年度の「民間提案型普及・実証事業」でのPV・DGハイブリッドシステム導入候補地として最も有力候補地であると考えられる。

3-2-2 関連機関等への調査結果報告

(1) MEE

現地調査(対象離島調査)の報告を行い、Thulhaadhoo 島で事業を実施したい旨の連絡があれば、他の ODA 案件の対象から除外しキープするため、次年度事業の概略内容及びスケジュールが記載された説明資料を提示してほしいとのコメントがあった。また、今回提案している手動のシステム(シンプルテクノロジー)はとても良く、Plankton 社から支援を受けるなど、調査の方法に具体性があり評価していることのコメントがあった。

今回の調査結果は ADB の実施する調査においても役立つものであり、ADB 側に今回の情報をシェアーし、調査した 3 離島を ADB 側の調査対象から外すように指示したいとのコメントがあった。

最後に協議議事録(ミニッツ)へ Director General の Ahmed Ali 氏のサインを得ることができた。

図 3-2-2.1 打合せの様子

(2) MEA

現地調査(対象離島調査)の報告を行い、これまでの報告書の中でも良い報告書であると評価を頂き、参考になるとのコメントがあった。Thulhaadhoo 島で事業が実現した際に離島での燃料削減効果について検証できることや、経済的な効果について興味があり、投資に対する効果が大事で、FIT 制度の参考になるとのコメントがあった。今回提案するシステムは経済的な面も考慮し、シンプルな構成で考えている旨を伝え、概算費用算出後に情報提供することとなった。

次年度の事業が実現した際には本システムの承認を MEA で実施するため、電気的な図面の提出も必要となることの説明があった。

最後に協議議事録(ミニッツ)へ Director General の Ajwad Musthafa 氏のサインを得ることができた。

図 3-2-2.2 打合せの様子

(3) FENAKA 社

現地調査(対象離島調査)の報告を行い、今回の調査実施にあたっての感謝の言葉を頂き、FENAKA 社は電協エンジニアリング及び沖縄エネテックをサポートすることや、FENAKA 社のスタッフが次年度事業をサポートすることにより、技術者にとって勉強になるとのコメントがあった。

最後に将来、電協エンジニアリング及び沖縄エネテックと良い関係が築けることを期待しているとのコメントがあり、協議議事録(ミニッツ)へ Managing Director の Mohamed Nimal 氏のサインを得ることができた。

図 3-2-2.3 打合せの様子

(4) Plankton 社

現地調査(対象離島調査)の報告を行い、PV・DG ハイブリッドシステムのシステム構成図を基に、システムの内容について確認を行った。次年度事業の実施体制案について問題ないことを確認頂き、次年度事業の協力に関する調整を実施した。更に今回の調査における必要な情報のヒアリング等を行い、見積や各種資料の提供依頼を行った。

最後に協議議事録(ミニッツ)へ Managing Director の Ibrahim Athif 氏のサインを得ることができた。

図 3-2-2.4 打合せの様子(12/25)

図 3-2-2.5 打合せの様子(12/27)

3-3 採算性の検討

3-3-1 PV・DG ハイブリッドシステムの基本設計(システム構成、連系点、制御方式等)

3 離島(Dharavandhoo 島、Eydhafushi 島、Thulhaadhoo 島)調査結果を踏まえて、次年度の「民間提案型普及・実証事業」での PV・DG ハイブリッドシステム導入候補地として最も有力候補地である Thulhaadhoo 島にて PV・DG ハイブリッドシステムを構築することを検討する。図 3-3-1.1 に PV・DG ハイブリッドシステムのシステム構成図を示す。

図 3-3-1.1 「非公開部分につき非表示」

検討する PV・DG ハイブリッドシステムは FENAKA 社の既存発電所の運転員が運用することを想定していることから、なるべくシンプルなシステム構成とする。また、監視制御装置や通信設備等に不具合が発生した際も系統連系型 PV システムのみは運転できるようなシステム構成を検討する。

システムの継続的な運用が可能となるように運転員には PV・DG ハイブリッドシステムの運用に関するトレーニングを十分に実施し、系統連系型 PV システムの特性や単純な系統連系型 PV システムではなくハイブリッドシステムを構成する理由等についても理解してもらうことが重要と考えている。また、今後の運用で想定されるトラブルの対処方法等についてのトレーニングも実施する必要がある。トレーニング実施後には実際の運用方法をチェックすることで運転員の理解度を確認し、理解度不足があればフォローを行う等により、確実に運用方法を定着させることが肝要である。

更に、システムの不具合時の対処方法として、不具合が生じた際に現地企業にて修理等の対応が可能となるように教育を行い、現地でのメンテナンス体制を築き上げておくことが重要となる。不具合時の修理等の対応は現地パートナー企業の Plankton 社へ実施してもらうことを考えており、対応が可能となるように教育を行うだけでなくシステム構築にも全般的に関わってもらうことを考えている。

検討する PV・DG ハイブリッドシステムでは継続的な運用の実現が最も重要であり、それを重点においた検討を実施する。

(1) 系統連系型 PV システム

系統連系型PV システムとしては同島の学校屋根にPV モジュールを取り付けることで検討する。但し、屋根に PV モジュールを取り付ける場合には詳細調査にて屋根の構造確認を行う必要がある。

同島の学校には建屋が合計 8 棟あり、1 棟が現在建設中である。8 棟中、真南向きの屋根を有している建屋はないが、南南西向きの屋根を有している建屋が 5 棟となっており、5 棟の南南西向きの屋根の合計水平面積が 730㎡程度である。全ての建屋の屋根傾斜が約 30 度となっている。1kW 当たりの PV モジュール取り付けに必要な面積を 12㎡とすると、合計で 60kW 程度の PV モジュールを取り付けられると推測できる。

「非公開部分につき非表示」

図 3-3-1.2、図 3-3-1.3 に同島の学校建屋の配置、平面図、図 3-3-1.4 に 50kW-PV システムイメージ図を示す。

図 3-3-1.2 Thulhaadhoo 島の学校建屋の配置(Google Earth)

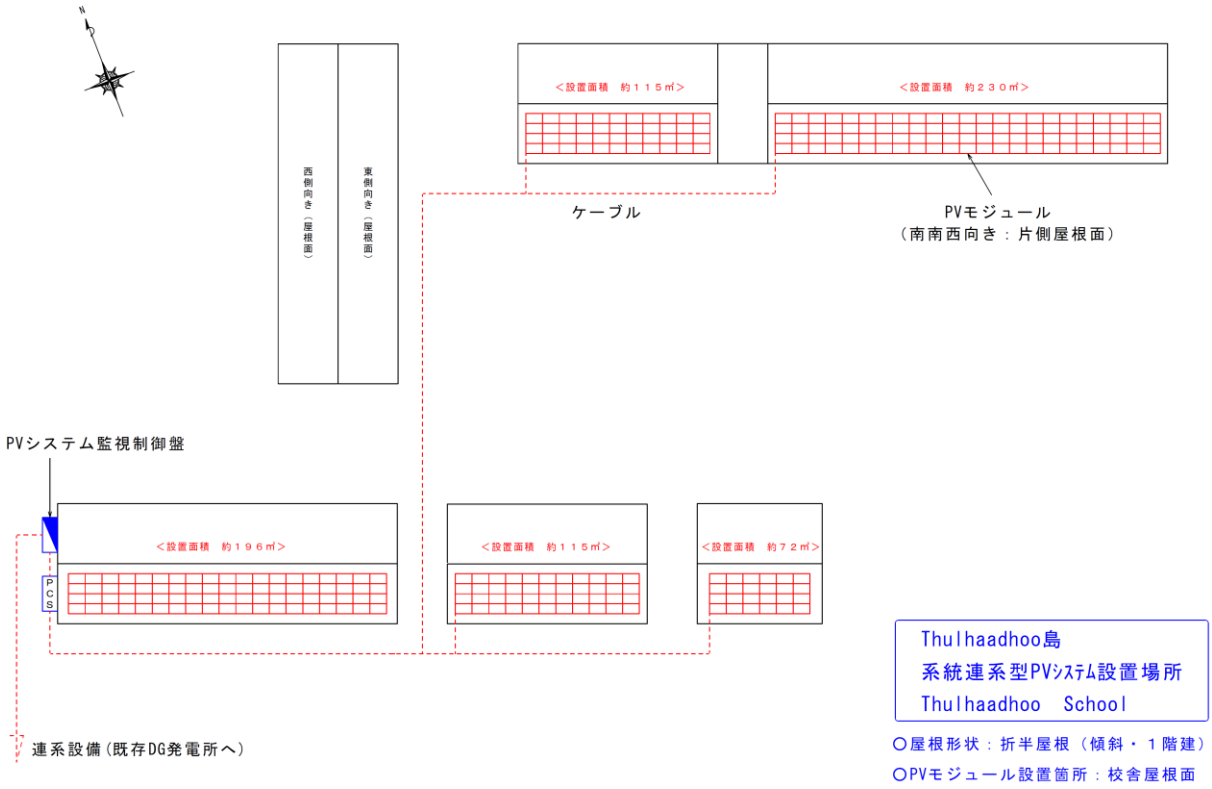


図 3-3-1.3 Thulhaadhoo 島の学校建屋の平面図

図 3-3-1.4 「非公開部分につき非表示」

同島は北半球に位置しており、真南向きにPVモジュールを取り付けることが理想的である。また、同島は緯度が5度1分であることから、PVモジュール傾斜角は5度程度が好ましいと考えられる。但し、同島の学校屋根は南南西向きであり、屋根傾斜が約30度となっているため、50kW-PVシステムは南南西向き、PVモジュール傾斜角30度で取り付けることを検討する。

「非公開部分につき非表示」

(2) 「非公開部分につき非表示」

「非公開部分につき非表示」

(3) 連系設備(専用線路等)

需要家へ電力供給を行っている配電線に PV を連系すると、PV 出力変動により需要家側での電圧変動が生じることが懸念される。更に PCS の保護機能により頻繁に発電停止或いは出力抑制機能が動作することが懸念されるため、専用線路にて発電所の母線に連系接続することを検討する。学校から発電所までの専用線路の距離は約 250m となっており、「モ」国の基準を適用して地中線となる。図 3-3-1.7 に専用線路ルートを示す。なお、専用線路の敷設工事の際には FENAKA 社を通じて島の評議会から関連許可証を取得する必要がある。通常、許可証の認証は 1 日程度であり、同島は自動車が少ないため、許可証の取得は容易である。

配電線への連系接続については、詳細に調査を行い、電圧変動等の影響が生じないことが確認できた際に検討を進めることとなる。

図 3-3-1.7 Thulhaadhoo 島専用線路ルート(Google Earth)

(4) 通信設備

発電所に設置するハイブリッドシステム監視制御盤から学校に設置する PV システム監視制御盤までは監視制御信号のための通信線路を設ける必要がある。通信線路は図 3-3-1.7 の連系専用線路と同様のルートで地中線となるため、電力ケーブルからのノイズ混入を防止するために埋設管で布設するか、ノイズ除去できる被覆付きの通信ケーブル仕様とする必要がある。距離も連系専用線路と同様に約 250m となる。

(5) 「非公開部分につき非表示」

3-3-2 概算費用試算

同島にてPV・DGハイブリッドシステムを構築する際の概算費用を試算した。概算費用を試算する上で、資材は基本的には日本で調達し、現地に輸送することとする。また、現地工事では現地企業の活用を踏まえて試算を実施した。試算した概算費用を表3-3-2.1に示す。

次年度の「民間提案型普及・実証事業」を実施する際には再度同島の詳細調査を実施し、「モ」国にて調達可能な資材については、現地調達の可能性も踏まえて詳細に費用算出する必要がある。また、事業を通して更なるコスト低減策等も検討する必要があると考えている。

表3-3-2.1 「非公開につき非表示」

3-3-3 採算性検討

PV・DGハイブリッドシステムは基本的にはその地域における電気事業者が導入を検討することになるため、採算性を検討する際は如何にディーゼル燃料の焚き減らし効果が得られ、発電コスト低減に貢献できるかということを評価することになる。採算性の検討において、先ずPV・DGハイブリッドシステムでのPV発電電力量を推定する必要がある。表3-3-3.1に50kW-PVシステムにおいてPCSの台数制御を行った場合のPV発電電力量のシミュレーション結果を示す。PCS台数制御無しの場合に比較し、PCS台数制御有りの場合は年間のPV発電電力量が12.7%(9,061kWh)減少することになるが、PVの設備利用率を算出すると14.2%となっており、日本でのPVの設備利用率12%程度に比較すると高い値となっている。この結果より、「モ」国ではPVのポテンシャルが高く、PCS台数制御を行った場合においても多くのPV発電電力量を得られることが確認できる。

「非公開部分につき非表示」

表 3-3-3.1 「非公開につき非表示」

PV・DG ハイブリッドシステムで得られる年間の PV 発電電力量が 62,141kWh であることから、PV システムの寿命を 20 年と設定した場合において、20 年間の PV 発電電力量が 1,242,820kWh となる。

表 3-3-2.2 に同島の発電コストを示す。発電コストは 6.81Rf/kWh であり、日本円に換算すると約 46.68 円となる。

原油価格が今後上昇傾向にあることから、原油価格上昇と同様にディーゼル燃料価格が上昇することを考慮し、PV・DG ハイブリッドシステムによる発電コスト削減量を検討する。ディーゼル燃料価格上昇率を 0.4%/年と仮定すると、その上昇率は直接発電ユニットコスト(発電コストから運転コストを省いたコスト)に影響することから、発電ユニットコスト上昇率も同様に 0.4%/年とする。2013 年から 20 年間同様のディーゼル燃料価格上昇率とした場合、20 年間の PV 発電電力量で、約 60,100,000 円の発電コスト削減が可能となる。

表 3-3-3.2 Thulhaadhoo 島における 1kWh あたりの発電コスト

単位	発電ユニットコスト	運転コスト	発電コスト
Rf	6.05	0.75	6.81
JPY	41.47	5.14	46.68
USD	0.40	0.05	0.45

※MRFから日本円への換算は「平成25年度積算レート表(JICA)1月」を使用:1MVR=6.855JPY
※日本円から米ドルへの換算は「平成 25 年度積算レート表(JICA)1 月」を使用:1USD=104.71JPY

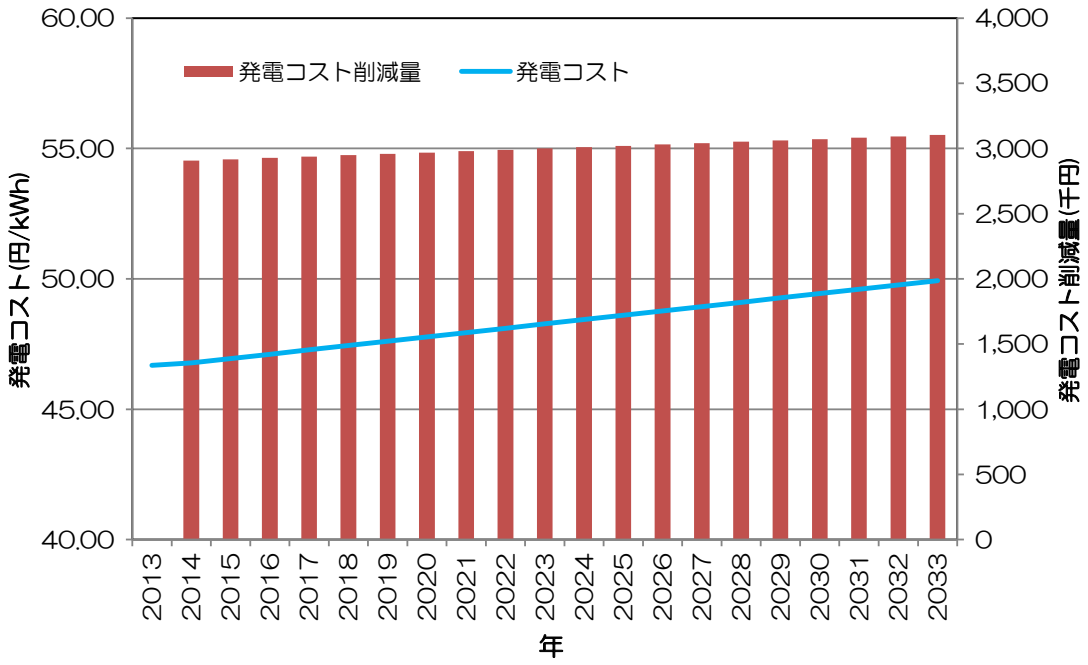


図 3-3-3.1 Thulhaadhoo 島の発電コストと発電コスト削減量

通常、PV システムの PCS は 10 年間程度で交換が必要となることから、PV・DG ハイブリッドシステム導入のための初期費用及び PCS の交換費用、20 年間の維持管理費の合計が発電コスト削減費用を下回ることで、採算性を見出すことができる。

「非公開部分につき非表示」

採算性の検討結果からは現段階において採算性は見込めないことが確認できる。今回提案している PV・DG ハイブリッドシステムでは単純な系統連系型 PV システムと比較し、需給調整や電力品質の確保等を行うための監視制御盤及び通信設備が必要となることがその大きな要因となる。また、PV システムの配電線への連系接続が起因する電圧変動等の影響度が不明確なため専用線路にて発電所の母線に連系接続する必要があることや離島であるが故に設置工事に使用する重機等(資材の積み下ろしに必要なクレーン、重機運搬船等)がなく、その借上げを要することも採算性を悪化させる原因となる。一方、前述の専用線路や重機等の借上げに関する課題を解決することで PV・DG ハイブリッドシステム導入のための初期費用を低減させることができ、採算性向上に繋がると考えている。他にも現地の電気方式に適合した PCS を調達することで系統連系盤内のトランスを省くことができる等の初期費用の低減方策が考えられ、それらの方策を踏まえたコスト低

減の検討は継続して実施していく必要がある。

今後の PV 普及拡大によるシステム価格の低減によって PV・DG ハイブリッドシステムの経済性が向上することや、ディーゼル燃料の価格高騰時には PV・DG ハイブリッドシステムの有効性が示されると推測しており、それに伴い脆弱なエネルギー供給構造からの脱却にも繋がると考えている。

次年度採択を目指す「民間提案型普及・実証事業」では実際に PV・DG ハイブリッドシステムを構築する際の導入費用を確認し、更に「モ」国での PV 発電電力量も把握することになるが、「モ」国現地での資材調達や維持管理方法の検証等も踏まえて PV・DG ハイブリッドシステム導入に係る全体のコスト低減等を検討し、事業採算性を見出していくことが今後の事業展開に向けた取り組みとして重要となる。

3-3-4 ディーゼル燃料の焚き減らし効果及び CO_2 削減効果の検討

表 3-3-4.1 にディーゼル燃料の焚き減らし効果及び CO_2 削減効果のシミュレーション結果を示す。ディーゼル燃料削減量は同島の年間燃料消費量(337,500L)の 4.86%となっており、CO_2 削減効果は 44,458kg-CO_2 となっている。

本検討結果より、CO_2 削減効果による気候変動対策への貢献としても PV・DG ハイブリッドシステムを導入する意義があることが確認できる。

「非公開部分につき非表示」

表 3-3-4.1 「非公開部分につき非表示」

第 4 章　ODA 案件化による「モ」国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

4-1 提案製品・技術と開発課題の整合性

「モ」国が抱える開発課題としては、ディーゼル燃料に依存した電力供給構造であるため、小規模離島になるほど、発電コストが高価であるため電気料金が割高になることや石油価格高騰の影響を受け易く非常に脆弱なエネルギー供給構造となっていることから、電源の多様化によりエネルギーセキュリティーを向上させることが望ましい。しかしながら、電源の多様化で再生可能エネルギーを小規模離島に大量導入すると電力品質(周波数及び電圧等)に悪影響を与えることが懸念されるため、需給調整及び電力品質の確保等の観点から既存電源の DG と協調を取ったハイブリッドシステムを構築することが有効である。

今回提案する沖縄で培った技術を用いて既存電源の DG と PV システムのハイブリッドシステムの構築技術を確立することで「モ」国における開発課題の解決策と成り得る。

本技術の確立により、需給調整及び電力品質を確保しつつ、小規模離島において蓄電池を併設しない系統連系型 PV システムを高い割合で導入することが期待できる。

PV・DG ハイブリッドシステム構築による系統連系型 PV システムを大量に導入する手法確立の波及効果として、「モ」国離島でのディーゼル燃料焚き減らし効果により CO_2 削減による気候変動対策へも貢献することができる。

4-2 ODA 案件化を通じた製品・技術等の「モ」国での適用・活用・普及による開発効果

既存電源である DG と PV システムのハイブリッドシステム構築の実証事業を実施することにより、ハイブリッドシステム構築技術及び小規模離島に系統連系型 PV システムを高い割合で導入する手法を確立することが期待できる。その開発効果としては、「モ」国が抱える開発課題解決への貢献のみに留まらず、「モ」国現地企業と連携して沖縄で培った技術の提供によるハイブリッドシステム構築を実現することによる現地企業の技術向上が期待される。すなわち、沖縄の技術提供による技術支援の面においても貢献できると考えられる。また、「モ」国政府が「モルディブ国家エネルギー政策・戦略」において公約している 2020 年までにカーボンニュートラルの達成へも寄与できると考えられる。

PV・DG ハイブリッドシステムの構築技術を「モ」国の小規模離島に活用することで具体的には以下の効果が期待される。

(1) PV 発電電力によるディーゼル燃料焚き減らし効果
(2) DG に依存したエネルギー供給構造の改善効果
(3) CO_2 削減による気候変動対策
(4) 「モ」国におけるハイブリッドシステム構築技術の確立及び事業経験(現地企業の技術向上)
(5) 「モ」国の PV の普及促進及び導入拡大(小規模系統における PV 導入量拡大)
(6) 他離島へのハイブリッドシステムの水平展開(中小企業のビジネス展開)

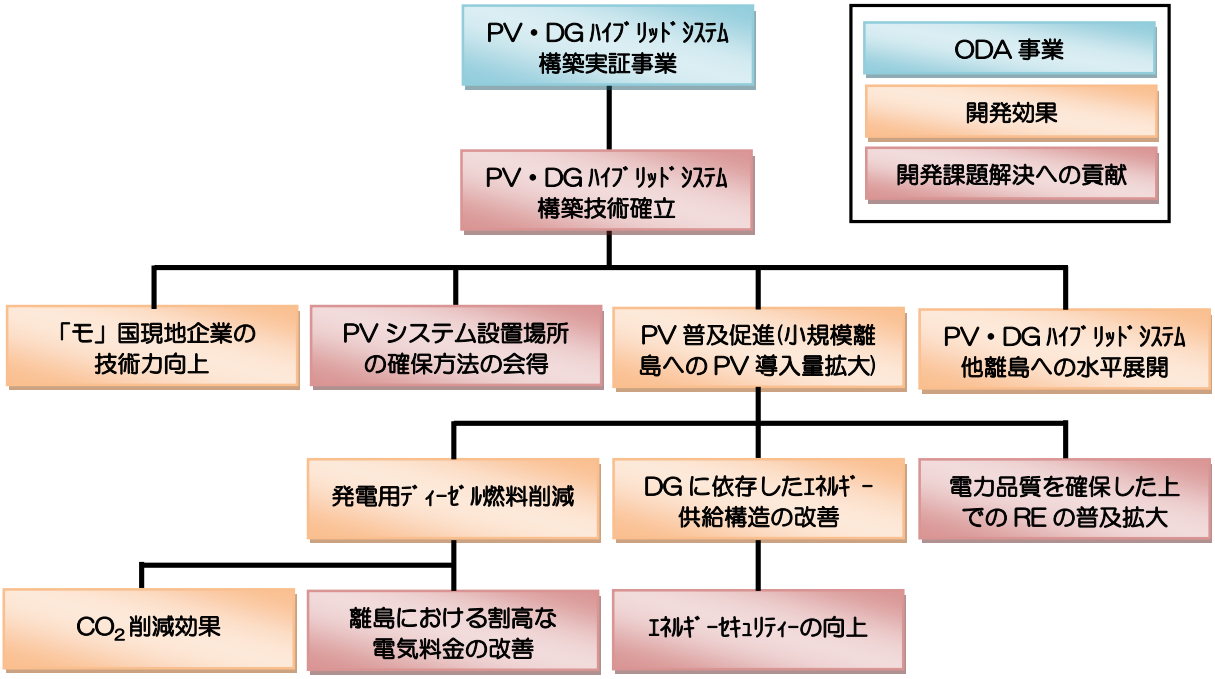


図 4-2.1 PV・DG ハイブリッドシステム構築実証事業と開発課題・効果

4-3 ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

4-3-1 海外事業経験

当該企業はこれまでに海外での事業を実施した経験がないため、ODA 事業を活用し、海外事業の経験を積むことにより、事業展開の足掛かりとすることを考えている。海外事業経験にて自社内におけるグローバル人材の育成を図り、今後の事業展開に向けた準備を行うことになる。

更に、海外事業での経験による技術向上等が対外的なアピールになることが期待される。

4-3-2 「モ」国での事業展開における課題事項の抽出

ODA事業を実施し、事業期間内で調査段階では見えていなかった「モ」国における事業展開の課題事項を抽出していく必要がある。課題事項を可能な限り全て把握しておくことが事業展開を進める上で重要である。

4-3-3 現地パートナー企業との連携強化

現地パートナー企業と連携強化を図るためには1つの事業を連携して実施した実績を積むことが最も効果的である。現地パートナー企業のPlankton社とODA事業を連携して実施することで、双方の信頼関係を築き上げ、事業展開に向けた連携強化を図ることが可能であると考えられる。

4-3-4 PV・DGハイブリッドシステムの「モ」国での適合性確認等

「モ」国でODA事業にて実証事業を行うことでPV・DGハイブリッドシステムの運用の実現性について確認を行う必要がある。「モ」国の電気事業者の技術レベルを正確に把握し、今回提案するPV・DGハイブリッドシステムがその技術レベルに見合った技術であることを確認すると共に、「モ」国の電気事業者に対する適切なPV・DGハイブリッドシステム運用に係るトレーニング方法を把握する。　また、PV・DGハイブリッドシステムのイニシャルコストの低減や現地にて対応可能な保守可能範囲の拡張を考慮し、PV・DGハイブリッドシステム構築に関連する資材の現地調達の可能性を調査する。

第 5 章　ODA 案件化の具体的提案

5-1 ODA 案件概要

5-1-1 具体的な ODA スキーム

本調査では、「モ」国の小規模離島においての発電コストの低減を図るため、ハイブリッドシステム構築技術の確立を目指した「民間提案型普及・実証事業」の案件化立案を想定して調査を実施した。

既存電源の DG と PV システムを組み合わせたハイブリッドシステムを構築するにあたって機材の調達、設置工事さらに設置後の運用の実現性について確認し、システム構築技術を確立する必要があることから、本調査を実施後、「民間提案型普及・実証事業」にて実証を行うことを検討する。

本調査において Dharavandhoo 島、Eydhafushi 島、Thulhaadhoo 島の 3 離島の調査を実施し、各離島の発電設備等の電力設備及び運用状況の各種データ収集、PV・DG ハイブリッドシステム設置場所調査、日射量データ等の収集から既存発電設備等の条件、ハイブリッドシステム設置条件、施工面の条件、関係者調整状況を踏まえ、「民間提案型普及・実証事業」の対象離島を Thulhaadhoo 島に選定する。「民間提案型普及・実証事業」では PV システム 30～50kW 程度の導入を予定している。

「民間提案型普及・実証事業」は今後「モ」国においてPVシステムを展開していく際に他の離島への水平展開も可能なハイブリッドシステム構築技術の確立を目的とし、ソフトコンポーネントとして対象地域の「モ」国電力事業者に対しPV・DGハイブリッドシステムの運用に係るトレーニング・教育も行うことを計画している。また、「モ」国においてDGに関する高い技術力を持つPlankton社と連携することによって実証事業をスムーズに進めることが期待できる。

5-1-2 民間提案型普及・実証事業

「民間提案型普及・実証事業」は、途上国の経済社会開発につながる製品・技術を持っている中小企業の海外展開に向けた普及活動及び実証活動を JICA が支援している事業である。途上国の開発問題の解決に有効に活用できる日本の中小企業の製品・技術等を実際に普及させるために、その国で幅広く試用・実証を行い、その導入に向けた事業実施計画や事業実施方法の検討が必要と考えられる。そのため、中小企業から企画書(事業提案書)を募集し、優れた提案をした中小企業と JICA で業務委託契約を締結し、一定規模の資機材調達・据付や継続的な現地活動等を主な内容とする「民間提案型普及・実証事業」を実施している。企画書を提出するにあたり、相手国政府関係機関と事前に事業内容について協議するとともに、事業中は相手国政府関係機関と協力して事業を実施することになる。また、事業後は、より多くの相手国政府の事業或いは市場を通じて、提案された製品・技術が広がることで、中小企業の海外事業展開が促進されることを期待している。

(1) 事業の目的

日本の中小企業の製品・技術が途上国の開発に有効であることを実証するとともに、その現地適合性を高め普及を図ることを目的としている。また、実証・普及の取り組みにより、より多くの途上国政府の事業や ODA 事業にその製品・技術が活用され、あるいは市場を通じその製品・技術が広がり、中小企業の海外事業展開の促進されることを期待した事業となっている。

(2) 事業内容

日本の中小企業の製品・技術が途上国の開発に有効であることを実証するとともに、その現地適合性を高め普及を図ることを目的とした業務を想定しているが、具体的内容については提案に基づき案件ごとに設定することになっている。

(3) 事業対象国

JICA 事務所又は支所が設置されている ODA 対象国を原則としている。ただし、対象国となっていても、JICA の安全管理対策上、その国の中で外務省渡航情報において「退避を勧告します。渡航は延期してください。」に指定されている地域は対象外となる。また、「渡航の延期をお勧めします。」に指定されている地域でも事業実施に制約のある地域もあり、事業が行えない場合、あるいは行えなくなる場合もある。原則として 1 カ国での事業実施となる。

(4) 事業対象分野

「環境・エネルギー・廃棄物処理」、「水の浄化・水処理」、「職業訓練・産業育成」、「福祉」、「農業」、「医療保健」、「教育」、「防災・災害対策」等となっている。

(5) 事業期間

契約開始時点から 1 年から 3 年程度となっている。

(6) 事業の経費

原則として、1 件あたり 1 億円を上限金額としている。なお、収入を発生せしめる活動は業務委託契約の対象外となっている。

(7) 事業実施上の条件

自社独自である程度基礎的調査が終了し、相手国政府関連機関と提案内容について既に協議・合意していることが前提となる。本事業で活用した資機材については、事業実施後相手国政府関連機関にJICAより無償譲与し、相手国政府関連機関が独自に資機材の維持管理を行うことになる。

5-2 具体的な協力内容及び開発効果

5-2-1 案件の目標・成果、投入

(1) 案件の目標

「民間提案型普及・実証事業」では、PV・DGハイブリッドシステム構築技術の確立を目指すこととする。具体的には機材の調達、設置工事さらに設置後の運用の実現性について確認を行うことを想定しており、本事業が「モ」国の開発課題解決への貢献及び当社の事業展開への足掛かりとなることを目標とする。

(2) 案件の成果

案件成果としてはPV・DGハイブリッドシステム構築技術の確立することによる「モ」国における開発課題の解決への貢献、現地パートナー企業と連携した事業の実施、更には事業展開の一環としてFENAKA社をターゲットとした営業展開を進めることも考えている。

(3) 案件への投入

仮に次年度の「民間提案型普及・実証事業」採択された場合は、案件への要員投入を踏まえて、要員計画を再策定する必要がある。更にODA案件への案件要員として当社の技術を十分に「モ」国関連機関にアピールできるようにPV・DGハイブリッドシステムに関する知見を有した経験豊富な人材を選定することを考えている。事業展開を見据えた営業戦略についても役職員一丸となって検討を進める。

5-2-2 「モ」国実施機関(カウンターパート機関)

ODA事業を実施するにあたり、「モ」国側の実施機関(カウンターパート機関)はMEEとなる。他のエネルギー関係のODA事業においてもMEEがカウンターパート機関となっており、本調査の現地調査時に「民間提案型普及・実証事業」が採択された際にはMEEがカウンターパート機関となることを確認している。

5-2-3 実施体制及び実施スケジュール

(1) 「民間提案型普及・実証事業」実施体制

平成 26 年度に実施予定の「民間提案型普及・実証事業」における実施体制表(案)を図 5-2-3.1 に示す。「モ」国側の関連する機関としてはカウンターパート機関の MEE、規制機関である MEA、100%政府出資の FENAKA 社を想定している。また、現地パートナー企業として Plankton 社の外注による活用を想定する。既存設備の改造に関しては FENAKA 社に発注先を決定してもらい、FENAKA 社指導の基で工事を実施する。

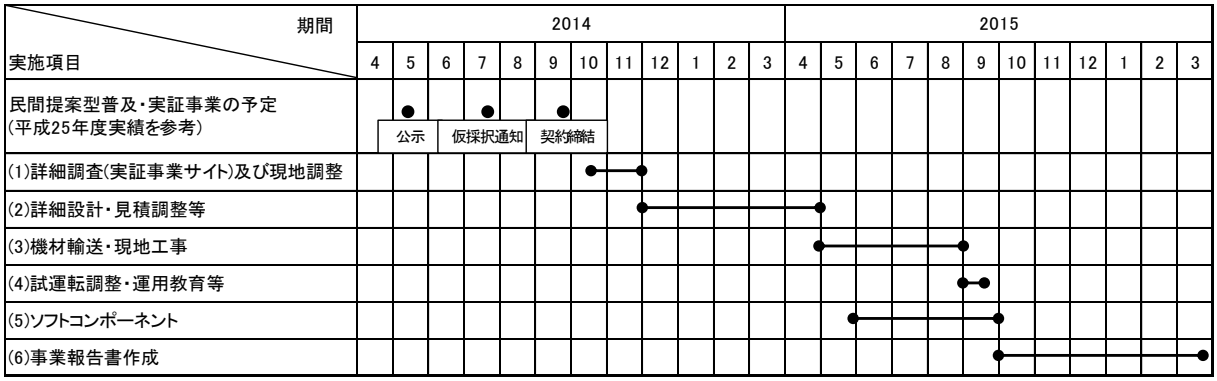
PV・DG ハイブリッドシステムの所有は MEE になると想定しているため、MEE と FENAKA 社とは O&M 契約や買電契約を締結する必要があると考えている。平成 26 年度の「民間提案型普及・実証事業」に採択された場合には事業の早い段階で関連機関の役割について明確にし、MEE と FENAKA 社間での O&M 契約や買電契約等の合意取りつけを行うことが重要となる。

図 5-2-3.1 民間提案型普及・実証事業実施体制表(案)

(2) 実施スケジュール

平成 26 年度に実施予定の「民間提案型普及・実証事業」における実施スケジュール(案)を表 5-2-3.1 に示す。「民間提案型普及・実証事業」の公示、仮採択通知、契約締結は平成 25 年度の実績を参考としている。

表 5-2-3.1 民間提案型普及・実証事業実施スケジュール(案)



5-2-4 協力概算金額

「民間提案型普及・実証事業」の事業経費の上限金額が1億円であることから、1億円以内に事業費合計を収める必要がある。Thulhaadhoo島にてPV・DGハイブリッドシステムを構築する際の概算費用試算結果等を踏まえ協力概算金額を試算した。試算した協力概算金額を表5-2-4.1に示す。

次年度の「民間提案型普及・実証事業」へエントリーする際には再度協力費用を詳細に算出する必要がある。

表5-2-4.1 「民間提案型普及・実証事業」の協力概算金額(単位：円)

項目	金額	備考
1.実証事業費	75,922,000	
(1)直接経費	69,020,000	
1)機材購入・輸送費	41,320,000	
2)実証活動費	14,200,000	
3)旅費	13,500,000	
4)国内研修費	0	
(2)管理費	6,902,000	直接経費×10%
2.外部人材活用費	16,632,000	
(1)直接人件費	5,400,000	
(2)間接原価	6,480,000	直接人件費×120%
(3)一般管理費等	4,752,000	(直接人件費+間接原価)×40%
3.小計	92,554,000	
4.消費税及び地方消費税の合計金額(小計の8%)	7,404,320	
5.合計	99,958,320	

※1:平成25年度「民間提案型普及・実証事業」の費用項目に習って協力概算金額を算出している。
※2:消費税及び地方消費税は8%で算出している。
※3:「モ」国における関税は免除として試算している。
※4: 協力概算金額の詳細については再度試算する必要がある。

5-2-5 具体的な開発効果

「民間提案型普及・実証事業」にてThulhaadhoo島でPV・DGハイブリッドシステムの実証事業を実施することでの具体的な開発効果は以下のように想定される。

(1) PV年間発電電力量：62,141kWh
(2) ディーゼル燃料削減量：16,405L(Thulhaadhoo島の年間燃料消費量(337,500L)の4.86%)
(3) 最大系統負荷に対するPV導入比：25.6%
(4) CO_2削減効果は44,458kg-CO_2

なお、第3章の「3-3 採算性検討」に記載している通り、系統連系型PVシステムとして50kW-PVシステムを導入した場合の開発効果となる。また、現地パートナー企業であるPlankton社の技術向上、「モ」国のPVの普及促進及び導入拡大にも寄与できる。

本事業でPV・DGハイブリッドシステムの構築技術を確立することで、他離島への水平展開による事業展開が促進されることが期待される。

5-2-6 維持管理費用・体制や機材等の耐用年数

(1) 維持管理費用・体制

維持管理体制としては図 5-2-3.1 の通り、システムの所有は MEE、運用・維持管理は FENAKA 社が実施することを想定しているが、実際には PV・DG ハイブリッドシステムの場合、既存設備である DG と協調を取った PV システムを導入することになるため、システム所有の所掌範囲を明確に分けることが困難であると考えられる。事業開始前にシステムの所有者及び運用・維持管理について、明確に確定し、事業が問題なく進むようにする必要がある。

維持管理費用は PV 発電電力による利益から、支出することになると想定している。

(2) 機材等の耐用年数

通常PVシステムのPVモジュールについては、寿命が20年以上と言われているが、周辺機器であるPCSは10年程度で寿命となるため、PVシステムを20年間運用する場合には、1度はPCSの更新が必要となる。PCSの更新費用も維持管理費用として事前に支出計画に計上しておく必要がある。

5-3 他 ODA 案件との連携可能性

5-3-1 連携可能性が見込まれる他 ODA 案件

「モ」国では政府が 2020 年までにカーボンニュートラルを達成することを公約しており、カーボンニュートラルを達成するために「モ」国のエネルギー分野への多大な投資として、SREP IP で合計約 139 百万米ドルの出資を受けることが決定している。離島においては小規模な再生可能エネルギー発電所導入、再生可能エネルギー導入準備のための電力システムの修復、離島の PV 及び風力発電への投資、離島への廃棄エネルギーへの投資を 62 百万米ドル活用して実現することになっていることから、「モ」国の離島の小規模系統へ PV システムの導入量拡大が進むものと考えられる。しかし、PV 導入量拡大が進むにつれて需給調整や電力品質の確保の問題が顕在化することが予測される。その問題が顕在化する前に既存 DG と PV システムのハイブリッドシステム構築技術を確立することで、仮に今後、SREP IP に関する他 ODA 案件が実施される場合には、これと連携できる可能性はある。

5-3-2 連携可能性の検討

「民間提案型普及・実証事業」において既存DGとPVシステムのハイブリッドシステムの構築及び運用方法等も含め、「モ」国に適合することが実証事業を通じて確認できた際には、仮に他の関連のODA案件が実施される場合、これを活用した他の離島への水平展開が可能であると考えられる。

5-4 その他関連情報

5-4-1 我が国の援助方針における位置付け

「モ」国は伝統的に日本と友好関係にあり、国際場裡の多くの場面で日本の立場を支持するなど、極めて協力的な国である。また、日本のシーレーン上に位置しており、南アジア地域、中東を結ぶ地政学的にも重要な位置にあることから、「モ」国と良好な関係を維持することは意義がある。また、「モ」国が小規模島嶼国であることから生ずる経済・社会開発の困難性に配慮し、ODAの効果的な活用により経済・社会発展を支援することが期待されている。

日本の「モ」国への援助の重点分野としては、同国の「戦略実行計画 2009-2013」を踏まえつつ、教育、保健をはじめとする社会開発分野を支援の中心に置いている。また、地球温暖化、気候変動による海面上昇の影響を直接受ける小規模島嶼国という特殊事情も踏まえ、気候変動対策分野も重点として検討することとなっている。

5-4-2 これまでの「モ」国における ODA 事業との関連性

日本から「モ」国に対するODA事業として、マレ島の5 サイトにおいて、PV関連機材を調達し技術者育成支援を行うことにより、発電能力向上、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギー利用に関する「モ」国民の意識啓発を図ることを目的とした「マレ島におけるクリーンエネルギー促進計画(The Project for Clean Energy Promotion in Male')」を実施している。本事業では、気候変動対策において先進国･途上国双方の取組を促す日本のイニシアティブを示すことに寄与することも目的の一つとなっている。

今回案件化立案を想定している「民間提案型普及・実証事業」は、小規模離島へPV・DGハイブリッドシステム構築の実証事業を実施することでディーゼル燃料の焚き減らし効果に伴うCO_2削減効果が期待されることから、「モ」国に対する気候変動対策分野の支援として位置付けられると考えている。

5-4-3 ODA 案件化や事業展開に向けた「モ」国カウンターパートとの協議状況

本調査において、「モ」国のカウンターパート機関となるMEEと第1回現地調査で2回、第2回現地調査で1回協議を行った。

第1回現地調査の1回目の打合せでは、今回提案するPV・DGハイブリッドシステムに関する紹介と、本調査が次年度採択・実施を目指す「民間提案型普及・実証事業」に関する調査であることの説明を行い、MEEの了解を得た。また、MEEからPVシステム導入に関する要望等の確認も行った。2回目の打合せでは実証事業での対象離島の調査に関する速報を報告し、Thulhaadhoo島が最も有力な候補地であることを伝え、理解を得た。

第2回現地調査の打合せでは、第1回現地調査の報告を行い、Thulhaadhoo島で事業を実施するための調整を行い、同島を他国のODA案件の対象から除外し本案件を優先することや仮に次年度の「民間提案型普及・実証事業」として採択される場合、実施への協力を約束した。最終的には協議議事録(ミニッツ)へDirector Genearlのサインを得ることができ、MEEとの協議は良好に進められた。また、事業実施について事業関係者となるMEA、FENAKA社、Plankton社の理解得て、同様に協議議事録(ミニッツ)へ代表者のサインを得られたことから、本調査における関連機関との協議は円滑に進められたと考えている。

5-4-4 ODA 案件化や事業展開に向けた課題

ODA案件化に向けた課題としては「2-5-3 事業展開の課題」と基本的には同様であるが、「モ」国側の系統連系型PVシステムの運用・維持管理体制の確立方法については課題として挙げられる。

PV システムは基本的にはメンテナンスフリーとなっているが、発電電力を最大限に維持するためには定期的に点検を行うことが重要となっている。点検では PV パネルや接続ケーブル、接続箱、PCS 等の機器の目視確認や絶縁抵抗測定等の電気系統の確認等を行う必要がある。また、発電電力量のチェックを行うことで PV システムの異常の早急な発見に繋がることになる。

運用・維持管理等を適正に行う為には PV システムに関する正しい知識を有する必要があること、運用・維持管理体制を整えておくことが重要であることから、ODA 案件及び事業展開では運転員へのトレーニング及び運用・維持管理体制の構築も重点課題として取り組むこととする。継続可能なシステムとするための方策として具体的に以下の取り組みを行うことを考えている。

(1) PV・DGハイブリッドシステム導入先の運転員へのPVシステムの運用・保守に係る教育を実施する。
(2) 完成図書(工事図面)、取扱説明書、運用マニュアル等(保守管理シート及び不具合時の対処方法等)の充実を図る。
(3) 「モ」国で調達可能な資材を優先的に選定し、不具合発生時にも現地企業で対処可能なシステム構成を検討する。現地パートナー企業のPlankton社にて不具合時の修理等の対応が可能となるように教育も行い、当社も含めたメンテナンス体制を構築する。